

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-264540

(43)Date of publication of application : 11.10.1996

(51)Int.Cl.

H01L 21/321

(21)Application number : 07-062824

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 22.03.1995

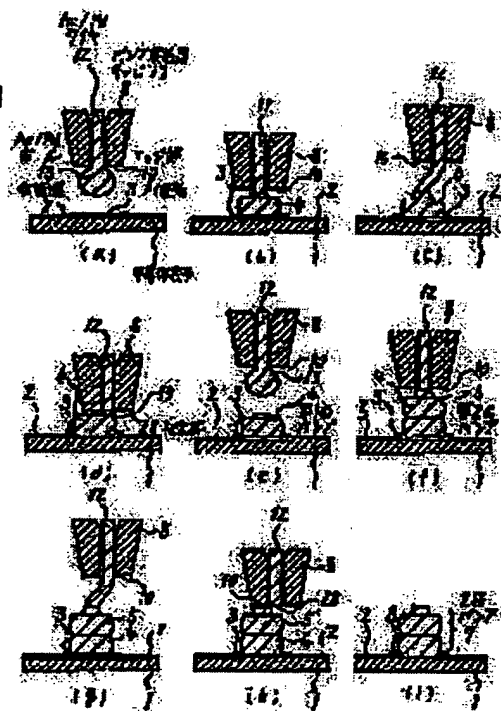
(72)Inventor : TAGO MASAKI

## (54) BUMP STRUCTURE, METHOD FOR FORMING BUMP AND CAPILLARY BEING EMPLOYED THEREIN

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To obtain a bump for flip-chip mounting an electrode at fine pitch and method for forming the bump and a capillary being employed therein.

**CONSTITUTION:** The inventive bump is a double stage bump 7 comprising a nearly tubular first bump 4 of conductive material having bottom face secured onto an Al electrode 3 of a semiconductor element 1, and a second bump 5 of the same kind of conductive material as the first bump 4 having bottom face secured to the upper surface of the first bump 4. The method for forming the bump comprises a step for forming a metal ball at the tip of a wire passed through a hole made vertically to the edge 10 of a capillary 8 for forming a bump, a step for applying ultrasonic wave while pressing the metal ball against the electrode of the semiconductor element 1 at the tip of the capillary to bond the first tubular bump 4 to the electrode, a step for shifting the tip of the capillary 8 laterally and applying ultrasonic wave while pressing the tip of the capillary 8 against the electrode, and a step for cutting off a wire from the first tubular bump 4 and forming the second bump 5 on the first bump 4 similarly to the first bump 4.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

22.03.1995

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

2735022

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

第2735022号

(45) 発行日 平成10年(1998) 4月2日

(24) 登録日 平成10年(1998) 1月9日

(51) Int.Cl.<sup>5</sup>

H 0 1 L 21/321

識別記号

F I

H 0 1 L 21/92

6 0 4 J

6 0 2 D

6 0 2 B

6 0 4 K

請求項の数1 (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平7-62824

(22) 出願日 平成7年(1995) 3月22日

(65) 公開番号 特開平8-264540

(43) 公開日 平成8年(1996) 10月11日

審査請求日 平成7年(1995) 3月22日

(73) 特許権者 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 田子 雅基

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74) 代理人 弁理士 京本 直樹 (外2名)

審査官 今井 拓也

(56) 参考文献 特開 平4-326534 (J P, A)

特開 平5-166811 (J P, A)

特開 平6-302645 (J P, A)

実開 平3-124637 (J P, U)

(54) 【発明の名称】 バンプ製造方法

1

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】 バンプ製造用キャピラリに通したワイヤの先端に金属ボールを形成する工程と、電極に前記バンプ製造用キャピラリの先端で前記金属ボールを押圧しつつ超音波を印加してほぼ円筒状に形成した第1のバンプの底部を前記電極に固着する工程と、この工程の次に前記バンプ製造用キャピラリの先端を前記第1のバンプより離してから横方向に移動させて前記バンプ製造用キャピラリの先端の前記ワイヤを導く孔の周囲の平坦面を前記第1のバンプの中心に対応させて前記バンプ製造用キャピラリを再度前記第1のバンプへ向けて押圧しつつ超音波を印加してから前記バンプ製造用キャピラリを前記第1のバンプから引き離して前記ワイヤを前記第1のバンプから切断する工程と、前記第1のバンプ上に第2のバンプを前記第1のバンプと同様に形成する工程とを含

2

むことを特徴とするバンプ製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、半導体素子実装用のバンプを製造する方法に関し、特に微細な電極ピッチの半導体素子の実装用バンプを製造する方法に関する。

【0002】

【従来の技術】図5は従来のバンプ製造方法を工程順に示す断面図である。この方法によるバンプはワイヤボンディング技術を使用し、Auボール24の先端部にボンディングワイヤをループ状に形成した突起構造であり、スタッドバンプ26と称している(松下電器産業株式会社発行National Technical Report Vol. 39 No. 2 Apr. 1993に記載)。図5(a)に示すように放電スパーク等により

ボンディングワイヤ21の先端にAuボール24を形成する。次にAuボール24をワイヤボンディングに使用するキャピラリ22を用いて超音波併用の熱圧着によって図5(b)に示すように半導体素子1のA1電極3に固着し、スタッドバンプ26の底部を形成する。次いで図5(c)に示すようにキャピラリ22をループ状軌道25を描いて移動させてワイヤループを形成し図5

(d)に示すようにキャピラリ22を降下させボンディングワイヤ21をスタッドバンプ26の底部の上面にセカンドボンディングしてワイヤ21を引きちぎり、底部の上面にスタッドバンプ26の先端部を形成する。次いでスタッドバンプ26の上面の平坦化と高さの均一化のため、形成したスタッドバンプ26を平坦面で押圧することによってレベリングを行う。押圧力は約50g/バンプである。図6に上述のスタッドバンプを用いたフリップチップ実装構造を示す。半導体素子1のA1電極3に形成したスタッドバンプ26を導電性樹脂31を介して基板電極34に接続し、半導体素子1を配線基板32にフェイスダウンにして搭載する。導電性樹脂31を硬化させた後半導体素子1と配線基板32の間隙に封止樹脂33を注入して硬化させる。

【0003】図7は特公平4-41519号公報に記載の従来のバンプ製造方法を工程順に示す断面図である。ワイヤボンディング用のキャピラリ22にボンディングワイヤ21を通し、ワイヤ21先端にボール24を形成する(図7(a))。ワイヤ21にはボール24に近接するワイヤ21の部分が再結晶により粗粒状結晶構造となって脆弱化するような材料を使用する。ボール24を半導体素子1上のA1電極3にキャピラリ22で押し付けてバンプ27を形成すると同時にこれをA1電極3に固着させる(図7(b))。次にキャピラリを上方向及び横方向に動かしワイヤ21の脆弱化した部分にキャピラリ22の下端面で切欠部28を付与した後に引張力を加えてワイヤ21を切断する(図7(c)、(d))。

【0004】図8はボールボンディング技術を利用した特開平3-187228号公報に記載された従来のバンプ製造方法である。半導体素子1のA1電極3上へAu、Cu、もしくはCu合金からなるワイヤをキャピラリに挿通し、その先端でボールを形成させA1電極3上に押しつけつつ加熱と超音波により接合させ、ワイヤを上方へ引っ張り切断してアンダバンプ34を形成する(図8(a))。次いでアンダバンプ34上へはんだワイヤにより前述と同様な工程を経て、ハンダバンプ35を形成する(図8(b))。このときキャピラリの先端で形成されるはんだボールは最終工程(図8(c))ではんだ部分を溶融させ、A1電極3上に半球状にするため前述のアンダバンプ34より大きい。

【0005】図9(a)及び(b)はそれぞれ従来のワイヤボンディングに用いられるキャピラリ22の正面図及び先端部の拡大断面図である。このワイヤボンディ

グ用のキャピラリでは、ワイヤに傷を付けないようにキャピラリ22の先端の孔のエッジ30がテーパ加工されている(又は丸みを付けるR加工がされている)。図5に示す従来のバンプ製造方法も図7に示す従来のバンプ製造方法でも、図9と同じ様な形状のキャピラリ22を用いて、先端の孔のエッジにはテーパ加工又はR加工がされたキャピラリを用いている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】図5に示した従来のバンプ製造方法はワイヤループを形成するときキャピラリ22の先端の孔の内径よりワイヤ21が細いためキャピラリ駆動中にワイヤ21の弛みが生じ、均一なループ形状が得られない。またボンディング装置の位置精度に従ってループの向きにばらつきが生じる。そして高さを均一にするためのレベリングは、バンプの横方向の変形量が大きいという欠点があった。

【0007】図7に示した従来のバンプ製造方法は、ワイヤ21に使用する材料が粗粒状結晶構造を形成する材料に限定される。さらにワイヤの脆弱部に切欠部28を形成するために加圧することによりバンプが潰れるため、バンプ高さが低くなるという欠点がある。さらに、電極ピッチの微小化が進めば、バンプ径は小さくなり、バンプ高さが低くなるという欠点もある。バンプの高さが低いとフリップチップ実装時の樹脂による封止プロセスにおいて半導体素子と配線基板の間隙に封止樹脂の流れ込みが悪く、気泡が残留するという欠点がある。

【0008】図8に示した従来のバンプ製造方法ではアンダバンプを形成するワイヤとはんだバンプを形成するワイヤは別々であり工程が複雑になる。また、アンダバンプ34を形成後にキャピラリを引き上げてワイヤを切断する時のワイヤの切断位置が安定せずアンダバンプ34の中央部に形成される凸部が高くなる場合があり、このような場合はアンダバンプ34上にはんだバンプ35を接合するのが非常に難しい。また、アンダバンプ34とはんだバンプ35の形成時のキャピラリの位置にずれが生じて難しくなるし、アンダバンプ34の材質によってもはんだバンプ35を接合するのは難しくなる。また、図8(c)の最終工程ではんだとアンダバンプとの反応によりはんだ材の特性が劣化する欠点がある。

【0009】また、上述の従来のバンプ製造方法では、いずれも図9に示すようなワイヤボンディング用のキャピラリを用いて、このキャピラリの先端の孔のエッジにはテーパ加工又はR加工が施されているため、ワイヤの切断される位置がばらつくという欠点がある。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明のバンプ製造方法は、バンプ製造用キャピラリに通したワイヤの先端に金属ボールを形成する工程と、電極に前記バンプ製造用キャピラリの先端で前記金属ボールを押圧しつつ超音波を

印加してほぼ円筒状に形成した第1のポンプの底部を前記電極に固着する工程と、この工程の次に前記ポンプ製造用キャピラリの先端を前記第1のポンプより離してから横方向に移動させて前記ポンプ製造用キャピラリの先端の前記ワイヤを導く孔の周囲の平坦面を前記第1のポンプの中心に対応させて前記ポンプ製造用キャピラリを再度前記第1のポンプへ向けて押圧しつつ超音波を印加してから前記ポンプ製造用キャピラリを前記第1のポンプから引き離して前記ワイヤを前記第1のポンプから切断する工程と、前記第1のポンプ上に第2のポンプを前記第1のポンプと同様に形成する工程とを備えている。

【0011】

【0012】

【0013】

【実施例】次に、本発明について図面を参照して詳細に説明する。

【0014】図1は、本発明による第1の実施例のポンプ構造の断面図である。図1に示すポンプは半導体素子1上のA1電極3上に形成されA1電極3と平行な面を上部に持つ、ほぼ円筒形状（円筒形のほかに円筒形の外面が太鼓状に膨らんだ形状、円筒形の上面に凹凸を有する形状及びこれらが製造条件により変形したような形状）の第1のAu/Pdポンプ4と、第1のAu/Pdポンプ4の上部の水平面の中央部に形成され第1のAu/Pdポンプ4とはほぼ同形状で上部の水平面上に円柱の凸部6を有する第2のAu/Pdポンプ5とから構成される。なお、半導体素子1のA1電極3以外の表面には保護膜2が設けられている。

【0015】半導体素子1の電極ピッチが120 $\mu$ mの場合、第1のAu/Pdポンプ4の直径は80 $\mu$ m、高さを35 $\mu$ mとし、第2のAu/Pdポンプ5の形状は第1のAu/Pdポンプ4とはほぼ等しく、かつ上部の水平面にある円柱の凸部6は直径40 $\mu$ m、高さ15 $\mu$ mとする。これらの形状は、ポンプの材質、形成するときのボンディング条件により $\pm 5 \sim 10 \mu$ m程度は調整することが可能である。なお、第1及び第2のポンプの材料は、金とパラジウムとの合金に限られず、金とスズとの合金や金も使用できる。

【0016】図2は、本発明の第2の実施例によるポンプ構造の断面図である。図2に示すポンプは半導体素子1上のA1電極3上に形成されA1電極3と平行な面を上部に持つ、ほぼ円筒形状の第1のAu/Pdポンプ4と、第1のAu/Pdポンプ4の上部の水平面の中央部に形成され第1のAu/Pdポンプ4より少くとも10%以上縮小された小さい形状で上部水平面上に円柱の凸部6を有する第2のAu/Pdポンプ5とから構成される。

【0017】半導体素子の電極ピッチが120 $\mu$ mの場合、第1のAu/Pdポンプ4の直径は80 $\mu$ m、高さを35 $\mu$ mとし、第2のAu/Pdポンプ5の直径は6

0 $\mu$ m、高さは25 $\mu$ m、かつ上部の水平面にある円柱の凸部6は直径40 $\mu$ m、高さ10 $\mu$ mとする。これらの形状は、ポンプの材質、形成するときのボンディング条件により $\pm 5 \sim 10 \mu$ m程度は調整することが可能である。

【0018】図3は本発明に用いるポンプ製造用キャピラリの一実施例の断面図である。先端面9は平坦に加工され、ワイヤを導く孔11と先端面により構成されるエッジ10が垂直に鋭利に加工されている。直径25 $\mu$ mのワイヤを使用してポンプを形成する場合、孔径は33 $\mu$ mが最適である。

【0019】図4は図1に示す実施例の2段ポンプを形成する工程を示す断面図である。電極ピッチが120 $\mu$ mのA1電極3に2段ポンプ7を形成する場合、直径25 $\mu$ mのAu/Pdボンディングワイヤ12を使用し先端孔径33 $\mu$ mの図3に示したポンプ製造用キャピラリ8に通し、ポンプ製造用キャピラリ8の先端にてAu/Pdボール13を形成する。（図4（a））。次いで加熱ステージ上にて200℃に加熱されている半導体素子1のA1電極3にポンプ製造用キャピラリ8の位置を合わせた後、荷重50gでAu/Pdボール13を押圧し、変形させつつ、超音波を併用し、A1電極3に接合して第1のAu/Pdポンプ4を形成する（図4

（b））。その後、ポンプ製造用キャピラリ8を110 $\mu$ m上昇させると共にポンプ製造用キャピラリ8の先端の平坦部が接合した第1のAu/Pdポンプ4の中心に対応して位置するようにポンプ製造用キャピラリ8を横方向に35 $\mu$ m移動する（図4（c））。移動が完了した後にポンプ製造用キャピラリ8を下降し、ポンプ製造用キャピラリ8の先端の平面部9をAu/Pdボンディングワイヤ12とともにAu/Pdボンディングワイヤ12のみが変形するように第1のAu/Pdポンプ4へ向けて再度押圧するとともに超音波を印加する（図4

（d））。この横方向の移動と超音波の効果でポンプ製造用キャピラリ8の内径のエッジ部10によりAu/Pdワイヤ12は切欠部28が形成される。この状態においてAu/Pdボンディングワイヤ12はポンプ製造用キャピラリ8の鋭利なエッジ部10により形成された切欠部28は容易に破断する形状となる。ポンプ製造用キャピラリ8が原点に戻るとAu/Pdボンディングワイヤ12は破断し、半導体素子1のA1電極3上に第1のAu/Pdポンプ4が形成される。

【0020】次いで第1のAu/Pdポンプ4上に位置合わせし第2のAu/Pdポンプ5を形成する（図4（e）～（i））。第2のAu/Pdポンプ4も第1のAu/Pdポンプ4と同様にボンディングする事ができる。しかし、ボンディング条件は第1のAu/Pdポンプ4との接合になるので加重、超音波ともに低く押さえることができ半導体素子1のダメージ（クラックの発生など）は無い。

【0021】図2に示した実施例のバンプの製造も上述の方法と同様であるが、第1のバンプ4に比べ第2のバンプ5を形成する時はAu/Pdボール13が小さくなるようにワイヤ12の先端のボール形成時の放電スパークの条件を設定しておく。図2のように第2のバンプ5を第1のバンプ4より小さくしておくことにより、第1のバンプ4の形成時と第2のバンプ5の形成時とのキャピラリの位置のばらつきを吸収して第2バンプ5を第1のバンプ4上に確実に形成できる。また、このバンプを相手側の基板電極とはんだ接合した時にバンプ先端側の第2のバンプ5が細いので、はんだが第2のバンプ5の全表面を覆うように濡れ上がり、基板電極とはんだ接合が確実に行われるという効果がある。また、本発明のバンプは、半導体素子上の電極の代わりにセラミック基板上の電極等にも設けることができる。

【0022】

【発明の効果】本発明によるバンプ構造は、2段構造をとっているため従来のバンプより高いバンプを形成できる。またワイヤループを形成しないためキャピラリの複雑な駆動を必要としない。

【0023】また、本発明に用いるバンプ製造用キャピラリは、ワイヤを通す孔の先端のエッジが垂直に加工された鋭利な構造であるので、超音波を併用してワイヤとバンプを切断していることにより、高さのばらつきが無い高精度なバンプを安定して形成できる。また高さが高精度に制御できるのでレベリング工程を必要としないためバンプを横方向への潰れによるばらつき無く形成できる。

【0024】また本発明によるのバンプ構造は第1バンプと第2バンプとを同種の材料から形成しているので工程が簡略になるうえ、第1バンプと第2バンプとの接合性が良好である。バンプは高さが従来に比べ高くすることが可能となりフリップチップ実装した時の半導体素子と配線基板の間隙が広がるため、封止樹脂の流し込み性が向上する。さらに2段に重ねたバンプの継ぎ目は半導体素子と基板の熱膨張係数差による破壊に対して応力の集中を防ぐ効果もある。またワイヤ先端に形成したボール近傍のワイヤに再結晶によって脆弱な粗粒状結晶構造の部分を持たせるような特殊なワイヤ材を使用する必要がない。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるバンプ構造の第1の実施例を示す断面図である。

【図2】本発明によるバンプ構造の第2の実施例を示す

断面図である。

【図3】本発明に用いるバンプ製造用キャピラリの一実施例を示す図で、(a)は正面図であり、(b)は先端部の拡大断面図である。

【図4】図1に示すバンプの製造方法を工程順に示す断面図である。

【図5】従来のバンプ製造方法を工程順に示す断面図である。

【図6】図5の方法で製造されたバンプを使用したフリップチップ実装構造を示す断面図である。

【図7】従来の他のバンプ製造方法を工程順に示す断面図である。

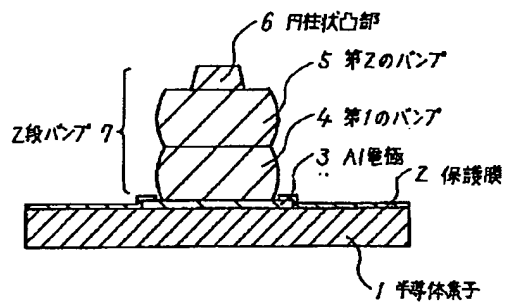
【図8】従来のさらに他のバンプ製造方法を工程順に示す断面図である。

【図9】(a)及び(b)はそれぞれ従来のキャピラリの正面図及び先端部の断面図である。

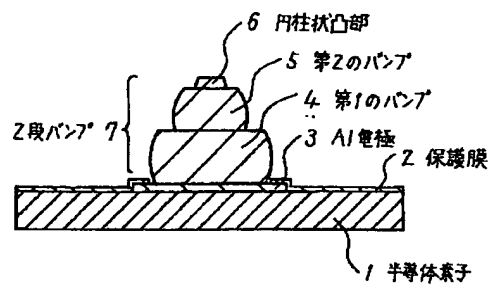
【符号の説明】

- |    |             |
|----|-------------|
| 1  | 半導体素子       |
| 2  | 保護膜         |
| 3  | A1電極        |
| 4  | 第1のバンプ      |
| 5  | 第2のバンプ      |
| 6  | 円柱状凸部       |
| 7  | 2段バンプ       |
| 8  | バンプ製造用キャピラリ |
| 9  | 先端面         |
| 10 | エッジ部        |
| 11 | 孔           |
| 12 | Au/Pdワイヤ    |
| 13 | Au/Pdボール    |
| 21 | ボンディングワイヤ   |
| 22 | キャピラリ       |
| 24 | Auボール       |
| 25 | ループ状軌道      |
| 26 | スタッドバンプ     |
| 27 | 突出接点部       |
| 28 | 切欠部         |
| 30 | エッジ         |
| 31 | 導電性樹脂       |
| 32 | 配線基板        |
| 33 | 封止樹脂        |
| 34 | アンダバンプ      |
| 35 | はんだバンプ      |

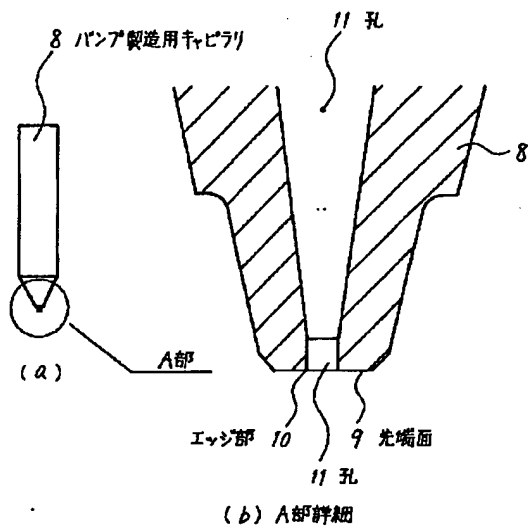
【図1】



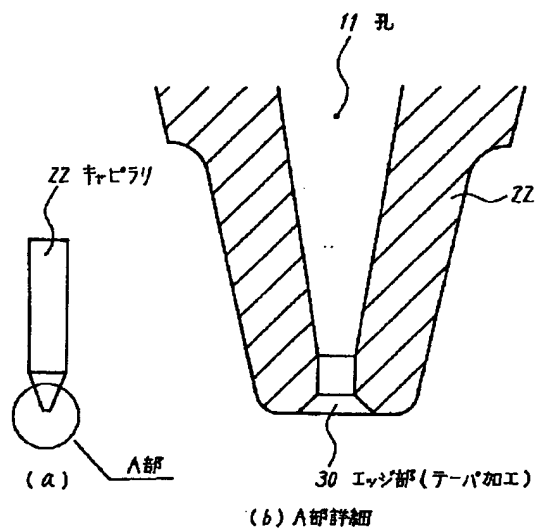
【図2】



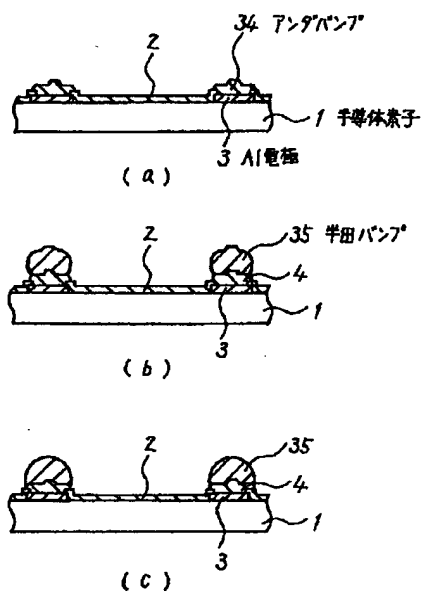
【図3】



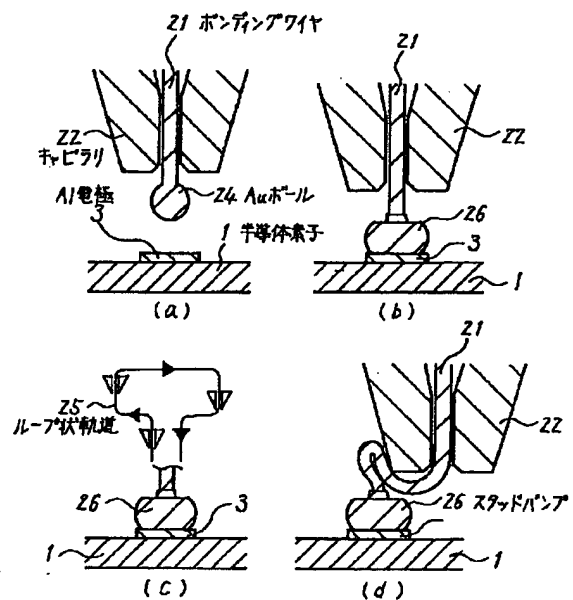
【図9】



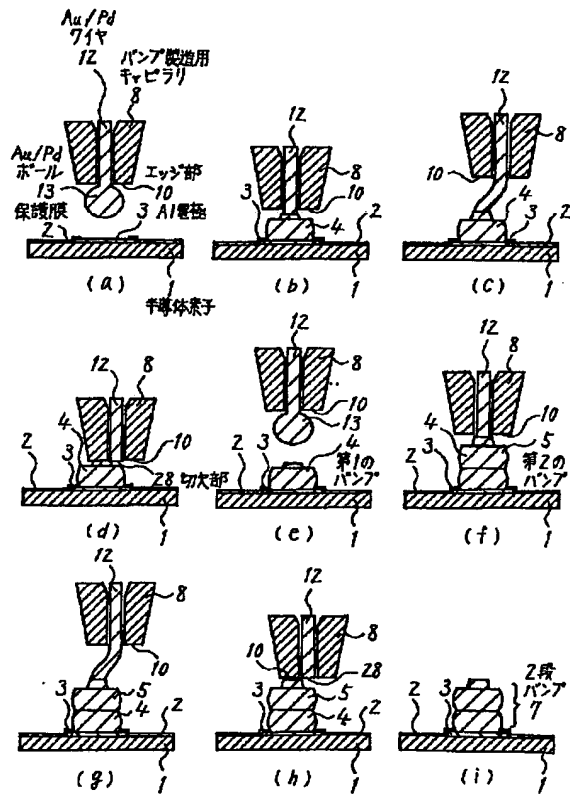
【図8】



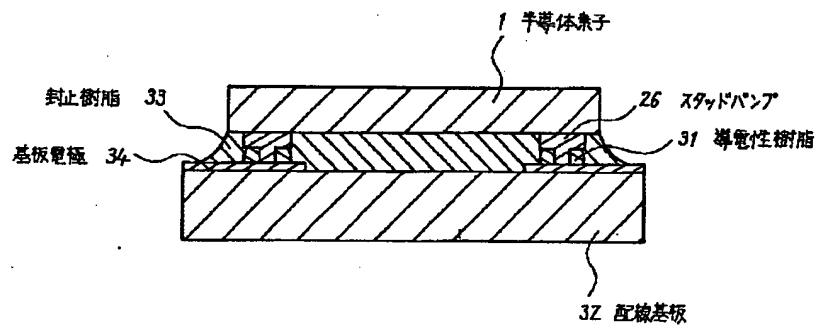
【図5】



【図4】

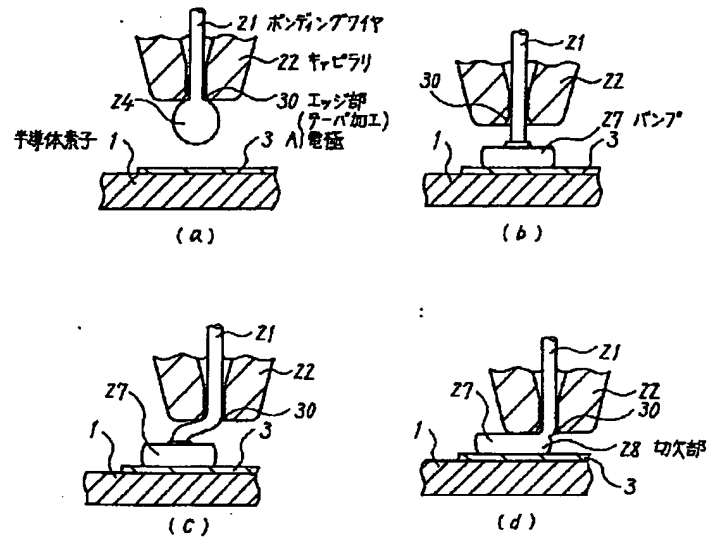


【図6】





【図7】



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**